

Les chevaux ont cédé le pas aux automobiles, le caoutchouc aux matières plastiques, le coton au polyester. Qu'en est-il de l'intelligence ? Les ordinateurs vont-ils remplacer l'intelligence humaine ? L'intelligence artificielle est-elle une menace pour notre humanité ?

Le terme d'intelligence artificielle est assez récent. Au cours de ce siècle, les théories concernant l'intelligence artificielle se sont développées autour de deux perspectives : une approche formelle utilisant des programmes informatiques déterministes et une approche biologique.

Comprendre l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle évoque les images des robots sympathiques des films comme *La Guerre des Étoiles* ou *Star Trek*. Cependant, la signification de l'intelligence artificielle est en réalité assez nébuleuse. Remarquez comme les définitions en sont variées :

- « L'intelligence artificielle est une tentative de réponse à la question de la naissance dans le cerveau humain de la pensée, des sentiments et de la conscience. »
- « L'intelligence artificielle est l'étude des problèmes informatiques non résolus. »
- « L'intelligence artificielle est l'art de créer des machines qui exécutent des fonctions exigeant de l'intelligence lorsqu'elles sont accomplies par l'homme. »¹

Chacun de ces énoncés définit l'intelligence artificielle d'une manière appropriée aux buts d'une recherche particulière. Mais aucun d'entre eux ne définit l'intelligence artificielle de manière concluante. Que veulent donc dire les scientifiques quand ils parlent d'intelligence artificielle formelle ? Ils se réfèrent essentiellement à un programme informatique déterministe capable d'imiter le comportement intelligent.

Arrière-plan historique. L'intelligence artificielle est issue du bouillonnement des idées qui agita les mathématiques de 1870 à 1930, quand on chercha à unifier les mathématiques en utilisant un petit nombre de principes fondamentaux. Cependant, ce but ne fut pas atteint. La plus ambitieuse de ces tentatives fut développée par David Hilbert sous la forme d'un problème mathématique, connu sous le nom de *Entscheidungsproblem* ou problème de la décidabilité (« le dixième problème »).

Le but de Hilbert était de prouver que les

mathématiques sont cohérentes (sans contradictions), exhaustives (tous les énoncés mathématiques peuvent être prouvés ou réfutés) et calculables (la véracité de tout énoncé mathématique peut être déterminée par une machine). Cependant, pour éviter les difficultés rencontrées lors des autres tentatives d'unification des mathématiques, les problèmes et leurs traitements ont été abordés avec des méthodes strictement formelles, c'est-à-dire en suivant les règles logiques de déduction

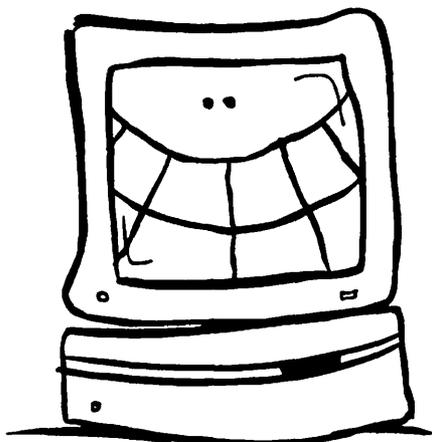
L'intelligence artificielle : les machines peuvent-elles penser ?

fondées sur des axiomes. Ces méthodes formelles remplaceraient ainsi l'intuition et le jugement humains par des moyens mécaniques.²

L'*Entscheidungsproblem* de Hilbert a été finalement prouvé impossible par le logicien Kurt Gödel, qui démontra en 1931 que les mathématiques ne pouvaient pas être à la fois exhaustives et cohérentes. Quoique Gödel ait ignoré le problème de la calculabilité, sa découverte a néanmoins modifié la question qui lui est associée en ces termes : « Existe-t-il un algorithme permettant de décider si un problème a une solution ? »³ En 1936 un modèle théorique de calcul, la machine de Turing, a prouvé que même ceci n'était pas possible.

La machine de Turing (voir l'encadré, page 11), développée par le mathématicien

Raymond
L. Paden
et James
Wolfer



Alan Turing, est une machine qui définit précisément la notion d'algorithme. En d'autres termes, elle indique les étapes que l'on doit suivre pour accomplir un travail, une « recette » en quelque sorte. La machine est programmée pour résoudre un problème défini en termes strictement formels. Cependant, bien que de tels problèmes ne requièrent pas d'approfondissement sémantique, c'est-à-dire une connaissance du sens caché derrière une règle ou un symbole, ils peuvent s'identifier à des problèmes de la vie quotidienne allant de l'équilibrage d'un compte bancaire à la simulation des comportements humains intimes. Les ordinateurs actuels sont l'équivalent d'une machine de Turing dans le sens que tout problème qui peut être résolu par une machine de Turing peut être aussi résolu par un ordinateur et vice versa (d'où la permutabilité des termes *ordinateur* et *machine de Turing* dans cet article). Les problèmes qui peuvent être résolus, ou qui peuvent être tentés mais qui sont insolubles par une machine de Turing, sont appelés problèmes calculables. Les problèmes qui sont si complexes qu'ils ne peuvent même pas être tentés sur une machine de Turing sont appelés problèmes non calculables.

La thèse de Church et le but de l'intelligence artificielle formelle. Une machine de Turing est une machine simple. Malgré cette simplicité, on croit qu'elle est la forme la plus efficace de calcul mécanique connue. Elle peut exécuter toutes les procédures qui peuvent être faites mécaniquement. Bien que cette affirmation concernant la puissance de la machine de Turing, connue sous le nom de thèse de Church, ne puisse pas être prouvée formellement, aucun modèle mécanique de

calcul inventé n'est plus puissant.⁴ En allant plus loin, on peut se poser une autre question : tous les aspects de l'intelligence humaine peuvent-ils être exécutés par des procédures mécaniques équivalentes ?

A ceci, Hofstadter répond avec emphase : « Ici on se heurte à un paradoxe apparent. Les ordinateurs de par leur nature sont les plus inflexibles, insensibles et disciplinés des bêtes. Aussi rapides qu'ils puissent être, ils n'en sont pas moins un condensé d'inconscience. Comment alors le comportement intelligent pourrait-il être programmé ? N'est-ce pas là la plus criante des contradictions de termes ? »⁵

Pour les défenseurs de l'intelligence artificielle formelle, dont Hofstadter, ce n'est pas du tout une contradiction. Ils croient en effet que le siècle prochain connaîtra des ordinateurs qui seront les équivalents fonctionnels des êtres humains. Cependant, les critiques de l'intelligence artificielle formelle, comme Joseph Weizenbaum, affirment : « Nous sommes capables d'exercer un sixième sens, celui de saisir la vérité vivante, qui est la vérité au-delà de toute norme de démontrabilité. C'est ce genre de compréhension, et ce genre d'intelligence qui en découle, que je prétends être au delà des capacités de simulation des ordinateurs. »⁶

On peut peut-être spéculer que cette vérité vivante, qui représente les formes les plus élevées de l'intelligence humaine, se trouve dans le domaine des fonctions non calculables qui ne sont pas accessibles aux ordinateurs.

Le sens de l'humanité

La tentative d'imiter l'intelligence humaine soulève la question de notre humanité. Le christianisme et la science ont été en désaccord sur ce sujet pendant plusieurs siècles.

Les Écritures considèrent les humains dans la perspective de la création et de la rédemption. Elles soulèvent la question de la nature des êtres humains (Psaume 8 : 5) et fournissent quelques réponses. Les humains sont créés « à l'image de Dieu » (Genèse 1 : 27). Ils sont spirituels (Romains 8 : 16 ; 1 Corinthiens 2 : 11, 14-16), intellectuels (Esaïe 1 : 19 ; Marc 12 : 30), créatifs (Exode 31 : 1-5 ; Psaume 33 : 3), sociaux (Genèse 2 : 18), affectueux (Proverbes 18 : 24 ; Ecclésiaste 3 : 5) et sexuels (Genèse 4 : 1 ; Cantiques des cantiques 4 : 16-5 : 1). Dieu a donné aux êtres humains la liberté de choix (Deutéronome 30 : 19 ; Josué 24 : 15 ; Jean 7 : 17), mais cette liberté n'est pas absolue (Romains 6 : 23). Dieu a fait d'eux des créatures aimantes (Matthieu 22 : 37-39), mais ils ont aussi la capacité de haïr

(Ecclésiaste 3 : 8). Par leur choix ils ont chuté (Romains 5 : 12, 17), mais Dieu a envoyé son Fils (Jean 3 : 16 ; Philippiens 2 : 6-11) pour restaurer en eux son image (Actes 3 : 21 ; 1 Jean 3 : 2), si seulement ils y consentent (Jean 14 : 15). De plus Dieu les tiendra pour responsables de leur choix lors du jugement (Ecclésiaste 12 : 13, 14).

La science voit les êtres humains selon une perspective complètement différente. L'intelligence artificielle formelle considère l'esprit en termes behavioristes, en se fondant sur la doctrine du positivisme logique.⁷ L'esprit est compris comme une machine et la tâche de l'intelligence artificielle formelle est de créer une autre machine, un ordinateur convenablement programmé pour qu'il devienne l'équivalent de l'esprit.⁸ La science ignore donc de manière typique de nombreuses questions qui émanent de la perspective biblique.

Au premier abord, ces deux manières de voir l'humanité semblent être en désaccord ; mais le sont-elles ? On doit se demander s'il y a quelque chose de particulier dans les mécanismes du cerveau. Qu'il s'agisse de puces d'ordinateurs ou de processus biochimiques, la question porte sur l'intelligence et non sur son support matériel. De plus, les défenseurs de l'intelligence artificielle formelle iraient jusqu'à prétendre que ou bien ces aspects supérieurs de notre humanité peuvent être programmés ou bien ils ne sont que de simples illusions.

La liberté de choix. On peut voir un bon exemple de la complexité mise en jeu dans de telles questions dans le problème du non déterminisme (c.-à-d., la liberté de choix). En imitant formellement un comportement intelligent, on utilise un ordinateur qui est programmé de manière déterministe. Mais on peut prouver que les machines de Turing déterministes et non déterministes sont équivalentes. Les scientifiques concluent donc que notre sentiment de libre arbitre peut être programmé en utilisant des techniques déterministes.

Hofstadter explique ainsi ce « sentiment » de libre arbitre : « La question n'est pas de savoir si le système fonctionne de manière déterministe ; ce qui nous pousse à l'appeler un « décideur » c'est notre possibilité d'identifier par une description de niveau supérieur le processus qui a lieu quand le programme fonctionne. A un niveau... inférieur, le programme ressemble à n'importe quel autre programme (déterministe) ; à un niveau... supérieur, les qualités comme la « volonté », l'« intuition », la « créativité » et la « conscience » peuvent émerger. »⁹

Les défenseurs de l'intelligence

artificielle prétendent donc qu'au niveau inférieur de la neurophysiologie les choix déterministes sont faits dans le cerveau d'une manière similaire à ceux faits dans une machine de Turing et aux niveaux supérieurs de la conscience, les gens ont simplement la perception du libre arbitre. D'où l'argument : un être humain n'est qu'un automate.

Si c'est le cas, nous devons en tant que chrétiens croyant en la Bible faire trois observations. Premièrement, cette conception de l'homme s'oppose aux enseignements adventistes fondamentaux.¹⁰ Deuxièmement, elle contredit les Écritures qui affirment que les êtres humains doivent choisir qui ils vont suivre. Puisque nous serons tenus pour responsables de ce choix lors du jugement (Ecclésiaste 12 : 15, 16), nous devons avoir la possibilité de choisir notre destinée. Troisièmement, elle nie que le principe d'amour est l'idéal de Dieu pour l'humanité (Matthieu 22 : 37 ; 1 Jean 4 : 8). Puisque le libre choix est la base de l'amour, nous devons alors être libres d'être capables d'aimer Dieu ! Ces observations devraient pousser à remettre en question, sinon à rejeter, l'équivalence proposée entre l'esprit humain et la machine de Turing.

L'éthique de l'intelligence artificielle

Une autre question doit être posée : est-il souhaitable de créer une « machine » identique à l'être humain ? Dans un but pratique, beaucoup répondraient probablement non. Lors de la création d'une machine, les scientifiques verraient peu d'intérêt de la programmer pour faire des erreurs arithmétiques, pour se mettre en colère ou pour mentir. De plus, programmer un ordinateur pour anticiper le futur, seulement pour le « démonter » une fois devenu obsolète, n'aurait aucun sens et son logiciel ne serait même plus transférable à une nouvelle génération d'ordinateurs.

S'il était possible de créer une intelligence artificielle formelle, de nombreux scientifiques développeraient probablement une machine avec une intelligence étrangère, qui est compréhensible et soumise, tout comme les robots des films de science fiction. De telles machines seraient programmées pour reconnaître le langage et pour voir. On leur donnerait des moyens socialement agréables et accessibles pour entrer en contact avec les humains. Et on devrait leur accorder les droits de tout agent intelligent.

Cependant, il se peut qu'un modèle de véritable intelligence du type machine de Turing n'ait pas besoin d'une telle conception de l'intelligence artificielle. Plutôt que de créer des machines vraiment intelligentes, des programmes qui se contentent de paraître

intelligents pourraient être conçus pour imiter ceux des aspects de l'esprit humain qui sont programmables. Dans ce sens, l'intelligence devient un modèle pratique utilisé dans la conception des programmes. Les aspects les moins accessibles de l'intelligence comme le libre arbitre et la vitalité spirituelle ne seraient, ou ne pourraient être, programmés.

L'intelligence artificielle inspirée par la biologie

Bien que l'intelligence artificielle ait obtenu des succès dans des domaines comme les systèmes experts et les stratégies de jeux, elle a essentiellement échoué dans l'accomplissement de nombreuses fonctions quotidiennes de survie comme la vue, que même les créatures les plus simples exécutent facilement. Des avancées théoriques récentes ont produit une renaissance des paradigmes fondés sur des modèles biologiques. Elles comprennent les réseaux nerveux artificiels, les algorithmes génétiques, la programmation génétique et la vie artificielle. Ces approches partagent l'hypothèse de base que le comportement complexe peut sortir de calculs ou de processus simples.

Les réseaux nerveux artificiels, par exemple, sont fondés sur le concept que l'évaluation utile peut être répartie dans tout un système d'éléments d'évaluation très simples (« neurones ») par une information de codage aux points de connections entre ces éléments. Les scientifiques ont développé des procédures qui permettent aux réseaux interconnectés de ces neurones modélisés d'apprendre les relations par l'exemple. Les applications de ces réseaux nerveux artificiels comprennent l'apprentissage de la conduite automobile par l'« observation » d'un conducteur, la protection contre le cancer et la gestion financière.¹¹

En théorie, on peut appliquer les mécanismes génétiques de transfert d'information dans la nature, comme la sélection, la mutation et la reproduction sexuelle. On peut aussi appliquer les mécanismes génétiques pour rechercher un ensemble de solutions permettant la survie d'un organisme, en opérant dans le cadre d'un ensemble donné de stimuli et de conditions précises. La programmation génétique est un exemple d'évaluation de développement qui produit véritablement des programmes pour résoudre des problèmes particuliers.¹² Les applications de la programmation génétique comprennent la création d'un art qui plaît esthétiquement, l'apprentissage de la mise en équilibre d'un pendule renversé et la reconnaissance

Le test de Turing et l'intelligence artificielle

Le moyen de reconnaître l'intelligence quand elle se manifeste chez un ordinateur est un problème important pour les défenseurs de l'intelligence artificielle formelle, puisqu'il n'y a pas de définition convenable de l'intelligence. Alan Turing a tenté de répondre à cette question en 1950 par une conception opérationnelle de l'intelligence artificielle, en utilisant ce qui est appelé maintenant le test de Turing.¹⁷ Un ordinateur prétendu intelligent par ses concepteurs et une personne sont cachés aux yeux d'un jury. Les juges interviewent l'ordinateur et la personne grâce à un clavier et un moniteur pour déterminer qui est l'ordinateur et qui est la personne.

Supposons qu'un juge demande aux interrogés de factoriser un nombre entier de 30 chiffres. La réponse sera chose rapide pour l'ordinateur, mais fastidieuse pour la personne. Il faudrait donc programmer l'ordinateur pour qu'il ralentisse dans les réponses mathématiques et même qu'il fasse des erreurs. Il faudrait aussi programmer l'ordinateur pour qu'il se fâche, mente et triche, et aussi pour qu'il simule les plus nobles aspects de l'humanité comme l'appréciation de l'attrait esthétique d'une composition musicale.

Supposons qu'il soit possible à l'ordinateur de paraître véritablement humain (par exemple, de penser et d'avoir des sentiments). Est-ce que ceci implique nécessairement qu'un aspect réel de l'humanité soit vivant dans le câblage de l'ordinateur ? Si un ordinateur agit intelligemment au moyen d'un programme, alors pour les défenseurs de l'intelligence artificielle formelle il est intelligent. Pour d'autres, s'il n'y a pas de compréhension du sens caché derrière une règle ou un symbole (connaissance sémantique), alors il n'y a pas d'intelligence : « Agir, avec quelque habileté que ce soit, n'est pas ce qui importe réellement. »¹⁸

automatique de l'image d'une cible.

La recherche sur la vie artificielle tente de condenser les caractéristiques de la vie et de les reproduire sous une forme calculable. Farmer et Belin identifient certains de ces attributs : la vie en tant que modèle dans l'espace-temps (par ex. la plupart de nos cellules sont remplacées au cours de notre vie) ; l'autoreproduction ; le stockage d'information de la représentation du soi (par ex. l'ADN) ; le métabolisme ; la capacité d'interagir avec l'environnement ; l'interdépendance des parties formant l'organisme ; la stabilité face aux perturbations et aux faibles modifications et la capacité de la lignée à évoluer.¹³

Ceux qui sont impliqués dans la recherche sur la vie artificielle reconnaissent deux revendications, l'une solide et l'autre faible. La plus faible soutient que tout ce qui est produit est une simulation qui peut expliquer certaines propriétés de la vie. La plus solide soutient que les programmes informatiques deviendront par la suite véritablement « vivants ». Est-ce qu'une machine sera un jour intelligente ? Est-ce qu'une machine sera un jour « vivante » ? Nos conceptions de l'intelligence et de la vie seraient-elles si focalisées sur les formes biologiques que nous écarterions tout autre chose qui parviendrait à ce statut par une absence de définition ? Ces questions n'ont pas de réponse pour le moment, mais il y a toujours beaucoup à gagner de cette étude. Comme Langton l'affirme, « bien que l'intelligence artificielle ne soit pas encore parvenue à quelque chose que même ses plus fervents défenseurs pourraient appeler une véritable intelligence de machine, l'intelligence artificielle a complètement changé la façon dont les scientifiques conçoivent le fait d'être "intelligent" et a donc apporté une contribution scientifique majeure, même si elle n'a pas réalisé globalement son but. »¹⁴

De même, la recherche sur la vie artificielle nous forcera à repenser ce que signifie être « vivant ». Farmer projette certaines possibilités : « Avec l'avènement de l'intelligence artificielle, nous pouvons être la première espèce qui crée ses propres successeurs. A quoi ressembleront ces successeurs ? Si nous échouons dans notre tâche de créateurs, ils peuvent être froids et malveillants. Cependant, si nous réussissons, ils peuvent être des créatures glorieuses et éclairées qui nous surpassent de beaucoup par leur intelligence et leur sagesse. Il est tout à fait possible que, quand les êtres conscients du futur porteront leur regard sur

cette époque, nous paraîtrons plus remarquables non pas par ce que nous sommes mais plutôt par ce que nous avons engendré. La vie artificielle est potentiellement la plus belle création de l'humanité. Ignorer la vie artificielle sans autre considération reflète un anthropocentrisme superficiel. »¹⁵

Une réponse chrétienne à l'intelligence artificielle

De l'état actuel de la recherche en intelligence artificielle à la conscience il y a un long trajet, et un trajet qui n'a accompli que de petits pas vers son but. L'hypothèse de beaucoup, et le but de certains, est malgré tout que ce trajet est non seulement possible mais aussi inévitable.

Quoique les auteurs de cet article aient des opinions différentes sur la possibilité de créer des agents doués d'une intelligence artificielle, ils sont d'accord pour dire que nous devrions être assez prudents pour ne pas l'écarter catégoriquement. Bien que la science ne soit pas capable de découvrir la vérité dans sa totalité,¹⁶ cependant nombre de ces découvertes expérimentales ont produit des avantages tangibles. De plus, nous devons toujours reconnaître que nos arguments peuvent être incomplets ou même faux. Par exemple, rappelons-nous des événements tels que la grande déception du mouvement millérite ou des déclarations affirmant que l'homme ne se poserait jamais sur la lune parce qu'il est pécheur et que la lune n'a pas connu le péché. Si nous fondons nos croyances sur la peur de l'inconnu, celles-ci risquent de s'ébranler, aboutissant à une crise de la foi.

Comment un chrétien devrait-il donc répondre ? La Bible ne semble pas écarter absolument l'intelligence artificielle. Ce que fournissent les Ecritures, par contre, c'est une base sûre à partir de laquelle on peut évaluer les conséquences de l'intelligence artificielle. Même si l'intelligence de la machine surpasse celle de l'homme dans certains domaines, nous ne devons pas en tant que chrétiens perdre notre valeur ou notre identité. Beaucoup se sentent menacés par l'empiètement potentiel de l'intelligence artificielle sur leur humanité. A une époque où nous sommes parfois réduits à des numéros et intimidés par les ordinateurs, la tentative de faire des machines nos égaux n'est-elle pas la menace ultime pour l'humanité ? La réponse est non. Notre humanité est enracinée dans notre relation avec notre Créateur et notre destinée ultime est bien définie dans les Ecritures. Sans se préoccuper des succès ou des échecs en intelligence artificielle, nous devons nous rappeler que Dieu nous a faits

« merveilleux » (Psaume 139 : 14), qu'il a envoyé son Fils pour nous racheter (Jean 3 : 16 ; 1 Jean 2 : 1, 2) et que nous sommes les bienvenus devant son trône (Hébreux 4 : 16). Rien ne peut nous séparer de l'amour de Dieu (Romains 8 : 38, 39). Ceci suffit à nous distinguer des machines. ☞

Raymond L. Paden (Ph.D., Illinois Institute of Technology) et James Wolfer (Ph.D., Illinois Institute of Technology) sont respectivement doyen et professeur associé au département d'informatique d'Andrews University, à Berrien Springs, dans le Michigan, aux U.S.A.

Notes et références

1. R. Kurzweil, *The Age of Intelligent Machines* (Cambridge, Mas. : MIT Press, 1990), p. 13-15.
2. Voir R. Penrose, *The Emperor's New Mind* (New York : Penguin Books, 1989), p. 102-105.
3. D. I. A. Cohen, *Introduction to Computer Science*, éd. revue (New York : John Wiley & Sons, 1991), p. 806.
4. Voir M. Minsky, *Computation : Finite and Infinite Machines* (Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1967), p. 108.
5. D. R. Hofstadter et Escher Goedel, *Escher, Bach : An Eternal Golden Braid* (New York : Vintage Books, 1980), p. 26.
6. J. Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason : From Judgment to Calculation* (San Francisco : W. H. Freeman and Co., 1976), p. 222. Note : Nous ne sommes pas au courant des engagements religieux de Weizenbaum, mais sa référence à la « vérité vivante » touche une corde sensible dans le cœur du chrétien.
7. Voir H. Smith, *Beyond the Post-Modern Mind* (New York : Crossroads Press, 1982), p. 82 ; Kurzweil, *op. cit.*, p. 35.
8. Pour un exemple de l'équivalence entre ordinateurs et esprit, voir « A Conversation with Einstein's Brain » dans D. R. Hofstadter et D. C. Dennett, eds., *The Mind's I* (Harmondsworth, Middlx., Angleterre : Basic Books, Inc., 1981).
9. Hofstadter, *Escher, Bach...*, p. 713, 714.
10. *Seventh-day Adventists Believe...* (Hagerstown, Maryland : Review and Herald Publ. Assn., 1988), p. 78-96.
11. Voir D. E. Windrow et M. A. Lehr, « Neural Networks : Applications in Industry, Business and Science », *Comm. ACM* 37 : 3 (mars 1994), p. 103-105 ; et T. Kanade et L. E. Weiss, « New Technologies and Applications in Robotics », *Comm. ACM* 37 : 3 (mars 1994), p. 58-68.
12. Voir « Genetic evolution and co-evolution of computer programs », dans Christopher Langton, ed., *Artificial Life II* (Reading, Mass. : Addison Wesley, 1992).
13. Voir J. D. Farmer and A. Belin, "Artificial Life: the Coming Evolution," dans *Artificial Life II* (Reading, Mass.: Addison Wesley, 1992).
14. Cité dans Langton, *Artificial Life II*.
15. Farmer, cité dans Langton, *Artificial Life II*.
16. Voir Smith, *op. cit.*, p. 134.
17. A. M. Turing, « Computing Machinery and Intelligence », *Mind* 59 : 36 (1950), p. 433-460.
18. Voir Penrose, *op. cit.*, p. 5-11.